

Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift

Uitgave van de
Nederlandsche Boschbouwvereniging

Oprichter Dr. J. R. Beversluis

2e Jaargang

No. 4

April 1929

Oorspronkelijke Bijdragen

HET KLIMAAT DER CULTUURZONE EN KLIMAATSVerschillen IN NEDERLAND.

Voordracht gehouden door Dr. C. BRAAK te De Bilt
op den 4en Wetenschappelijken Cursus te Assen
op 11, 12 en 13 September 1928.

Bij de gewone klimatologische waarnemingen zijn de instrumenten zoo hoog boven den grond geplaatst, en is de plaats van opstelling zoo gekozen, dat de verkregen gegevens zooveel mogelijk vrij zijn van zuiver plaatselijke invloeden, en het algemeene karakter aangeven van de streek, waar zij zijn opgesteld. De benedenste op den grond rustende luchtlagen, die voor den plantengroei van het meeste belang zijn, worden bij deze waarnemingen als een soort storingszone beschouwd.

De waarnemingen, welke op die storingszone betrekking hebben, en op de aardoppervlakte zelve en de daaraan grenzende aardlagen, zijn nog verre van volledig, veel onvollediger dan de gewone klimatologische waarnemingen, niet alleen omdat de groote verscheidenheid van toestanden meer gegevens eischt, maar tevens omdat deze soort waarnemingen veel minder routine-werk zijn, maar het onderwerp van speciale onderzoekingen uitmaken.

Een goed overzicht van de waarnemingen nabij de aardoppervlakte vindt men in het boek van Geiger. ¹⁾

De sterkste verwarming overdag en de sterkste afkoeling 's nachts treden op aan de aardoppervlakte. De temperatuursveranderingen van de aardoppervlakte deelen zich mede aan de daarop rustende luchtlagen en aan de diepere aardlagen door straling, door geleiding en door convectorie. Voor de voortplanting in den bodem is geleiding de voornaamste

1) Rudolf Geiger: Das Klima der bodennahen Luftschicht.
Die Wissenschaft Bd. 78.

factor, voor de verwarming der lucht de convectie, d.w.z. de door de ongelijke verwarming ontstane vertikale lucht-bewegingen. Doordat de aardoppervlakte nabij den grond de vertikale luchtstroomingen belemmert, zijn daar voor die beweging veel grootere temperatuursverschillen noodig dan in de vrije atmosfeer. Daardoor treft men overdag niet alleen tusschen de aardoppervlakte-temperatuur en die van de lucht groote verschillen aan, maar ook tusschen de luchttemperaturen op verschillende hoogte. Te Potsdam is in Juni en Juli het verschil tusschen oppervlakte en 2.2 meters hoogte gemiddeld 8° C., tusschen de oppervlakte en 8 mm hoogte 3° . In Beieren werd bij grasbedekking in de maanden Mei—October op den middag een verschil van gemiddel $2^{\circ}7$ gevonden tusschen 5 en 50 cm hoogte, op een niet beschutte plaats op heldere dagen $5^{\circ}6$.

Als voorbeeld van de verschillen, die bij de nachtelijke afkoeling optreden, kan worden vermeld, dat in Beieren boven een grasveld in Augustus en September de temperatuur op 5cm hoogte gemiddeld $1^{\circ}6$ tot $1^{\circ}7$ lager werd gevonden dan op 50cm boven den grond; in sommige nachten bedroeg het verschil eenige graden.

Hieruit blijkt, dat de kleinere planten aan veel grootere temperatuurswisselingen blootstaan, dan door de gewone klimatologische waarnemingen wordt aangegeven. Er worden derhalve aan hun uithoudingsvermogen zware eischen gesteld. Een geval, waarin het extreme klimaat als een voordeel voor de plant kan worden beschouwd, is dat der toendra-vegetatie, die nog gedijt in streken, waar de koude den boomgroei onmogelijk maakt. Wegener nam in den poolzomer, in Juli, op 77° noorderbreedte bij een luchttemperatuur van $4^{\circ}4$, tusschen de planten $13^{\circ}0$ waar, en $10^{\circ}3$ op 4 cm diepte in den grond.

Bij de nachtelijke afkoeling verzamelt de koude lucht zich in de diepste deelen van het terrein, waardoor sterke plaatselijke verschillen in het vorstgevaar ontstaan. Daarbij komen de locale verschillen in de bodemgesteldheid: de sterkste verschillen treden op waar de grond veel warmte uitstraalt en tengevolge van het geringe geleidingsvermogen weinig warmte van beneden toegevoerd krijgt, zooals het geval is met veengrond.

Als voorbeeld van den invloed, dien de warmtetoever van beneden speelt, kunnen de buitengewoon lage temperaturen worden genoemd, welke optreden bij sneeuwbedekking. Sneeuw straalt sterk uit, terwijl het warmtegeleidingsvermogen zeer gering is, de oppervlakte neemt dien tengevolge in vriesnachten een zeer lage temperatuur aan, terwijl de grond in sterke mate tegen afkoeling wordt beschermd. Een ander voorbeeld geeft de vorstbestrijding op de hoogvlakte van Pengalengan in West-Java, waar de

warmtetoever uit den grond kunstmatig wordt verhoogd door het graven van diepe goten in de theetuinen. De koude lucht valt hierin en wordt, dank zij het sterk vergrootte oppervlak waarlangs zij met den grond in aanraking is, zoodanig verwarmd, dat, toen ik na sterke vorst zulk een theetuin bezocht, alle lagere gedeelten hun groene kleur hadden behouden, maar de lage heuvels, waar het gotensysteem nog niet was toegepast, een door lichte vorst veroorzaakten bruinachtigen tint vertoonden.

Een geheel afzonderlijk klimaat heerscht in het bosch. Het is gematigder dan het klimaat van het vrije veld. De temperatuursveranderingen zijn kleiner en vertraagd, het is in het bosch koeler, de vochtigheid is grooter, de windsterkte gering. De bovenzijde der boomkronen neemt als stralingsoppervlakte de functie der aardoppervlakte over. In plaats van een vlak heeft men een zône van cenige verticale afmeting, waardoor overdag de temperatuur in de boomkronen minder hoog stijgt dan op den kalen grond. De verwarming in het bosch vindt plaats door vermenging met de buitenlucht en eenig invallend zonlicht. 's Nachts zakt de in de boomkronen afgekoelde lucht naar beneden en vult de geheele stamruimte tot aan den grond met een vrijwel isotherme koele luchtmassa. Hoe hooger het kroondak zich bevindt, des te grooter is het reservoir, waarin de afgekoelde lucht zich kan verdeelen en des te minder zal de temperatuur in het bosch dalen. Vandaar, dat struiken den grond weinig tegen nachtvorst beschermen, hooge boomen veel meer. Op het Idjen-plateau in Oost-Java bestrijdt men de nachtvorsten in de koffietuinen door tusschen de koffieboomen hooge boomen te planten, die extra zware schaduw geven, zoodat hun bladerdak als stralingsoppervlak de rol der koffieboomen overneemt. De temperatuur in het bosch is zoowel 's nachts als overdag lager dan er boven, dientengevolge is in het oerwoud in Indië de grondtemperatuur op 30 cm diepte 3 à 4° lager dan onder open grasveld.

De invloed van het bosch strekt zich slechts op korten afstand uit. Op open plekken in het bosch, die een straal hebben grooter dan de hoogte der boomen, is de temperatuurschommeling zelfs grooter dan op het vrije veld, doordat de luchtbeweging belemmerd wordt en de verwarmde en afgekoelde lucht er blijft hangen. Er zijn twee niveau's te onderscheiden met maximum vochtigheid, de boomkroon en de aardoppervlakte; het maximum boven den boschgrond heeft het grootste vochtgehalte. Het verschil met de lucht boven de boomen is het grootst in den laten namiddag, wanneer het 20 tot 25 % kan bereiken, maar ook op andere uren is het in het bosch vochtiger dan er boven. Daar daarenboven de windsterkte gering is, is de verdamping in het bosch betrekkelijk klein.

De vraag hoeveel regen er in het bosch valt, vergeleken met het vrije veld daarbuiten, is niet in het kort te beantwoorden. Een vrij belangrijk gedeelte van den regen blijft aan de bladeren en aan de naalden hangen en verdampt zonder den grond te hebben bereikt. Naaldbosch houdt meer tegen dan loofbosch. Het verlies kan op 20 % of meer worden gesteld, waartegenover staat, dat op sommige plaatsen, waar het vaak mistig is, een vrij belangrijke hoeveelheid vocht door het bosch wordt vastgehouden.

Bij deze beschouwingen sluiten zich aan die, welke betrekking hebben op de vraag in hoeverre het bosch den regenval zelf kan verhoogen. De Engelsche meteoroloog Brooks¹⁾ becijfert, dat ongeveer $\frac{2}{3}$ van den regen, die in het binnenland valt, direct van de zee afkomstig is en komt tot de volgende cijfers wat betreft de hoeveelheid waterdamp, die aan de lucht wordt afgegeven afkomstig van regenwater, dat den grond niet bereikt, verdamping van den grond en water dat door de planten aan den grond wordt onttrokken, alles uitgedrukt in percenten van den regenval:

bosch 47 %, cultuurgewassen 54 %, kale grond 30 %.

Bepanting met cultuurgewassen zou derhalve een verhooging van den regenval kunnen geven, bebossching van kalen grond eveneens.

Een invloed van het bosch op den regenval is echter nog niet met zekerheid aangetoond; een groot deel van de verschillen, gevonden tusschen den regenval in en buiten het bosch, berust waarschijnlijk op den invloed van den wind, die de hoeveelheid water, welke in de minder beschutte regenmeters buiten het bosch wordt opgevangen, vermindert. Het geringe overblijvende verschil kan volgens Brooks worden verklaard uit het feit, dat het bosch werkt als een verhooging van het terrein.

Bebossching van gras- of bouwland zal waarschijnlijk den waterafvoer met 10 tot 20 % vermeederen door geringere verdamping en een kleine toename van den regenval, bebossching van kalen grond zal den afvoer verminderen, maar dezen veel regelmatig maken (Brooks).

Over de wijze, waarop de temperatuursveranderingen van de aardoppervlakte zich naar de diepte voortplanten, geven de volgende cijfers van De Bilt eenig denkbeeld. Zij geven de gemiddelde temperaturen op verschillende diepte in de koudste en warmste maanden en het verschil van die beide, dat een maat is voor de jaarlijksche schommeling.

	Diepte				luchttemperatuur
1924-1927	$\frac{1}{4}$ m	$\frac{1}{2}$ m	$\frac{3}{4}$ m	1 m	
Warmste	17.09 (Juli)	16.63 (Juli)	15.99 (Aug.)	15.14 (Aug.)	16.6 (Juli)
Koudste	3.56 (Febr.)	4.51 (Febr.)	5.39 (Febr.)	5.75 (Febr.)	1.9 (Jan.)
Vershil	13.53	12.12	10.60	9.39	14.7

1) Dr. C. E. P. Brooks. The influence of forests on rainfall and run-off. Quat. Journ. Roy. Met. Soc., Jan. 1928.

Met toenemende diepte is een vermindering in amplitude waar te nemen en een vertraging. Aannemende, dat de schommeling met de dieptetoename afneemt volgens een meetkundige reeks, vindt men dat voor iedere $\frac{1}{4}$ m de schommeling afneemt in de verhouding van 1 tot 0.89. Voor de dagelijksche schommeling is hieruit een ongeveer $\sqrt[3]{365} = 19.1$ maal zoo snelle afname af te leiden, zij zal op 25 cm diepte tot 0.1, op 50 cm tot 0.01 van het bedrag aan de oppervlakte zijn afgenomen.

Hieruit volgt, dat kortdurende temperatuursveranderingen, zooals o.a. periodes van zeer strenge vorst, zich slechts weinig diep in den grond doen gevoelen. De hoogste maxima en laagste minima van de temperatuur liggen op $\frac{1}{4}$ m diepte en daar beneden dientengevolge veel minder ver uiteen dan die van de luchttemperatuur.

Hoogste maxima en laagste minima te De Bilt.

1914-1927 Maxima					Minima				
$\frac{1}{4}$ m	$\frac{1}{2}$ m	$\frac{3}{4}$ m	1 m	lucht	$\frac{1}{4}$ m	$\frac{1}{2}$ m	$\frac{3}{4}$ m	1 m	lucht
22.0	19.9	18.2	16.8	34.8	-0.7	1.3	2.8	3.6	-16.6

Zelfs op $\frac{1}{4}$ m diepte is in het 14-jarig tijdvak de temperatuur nauwelijks onder het vriespunt gedaald.

In aansluiting aan de behandeling der klimaatsverschillen, die zich in de cultuurzone voordoen in verticale richting, worden hierachter eenige klimaatsverschillen vermeld tusschen de verschillende deelen van ons land, waarbij van de gewone meteorologische gegevens gebruik is gemaakt.

Die verschillen zijn betrekkelijk groot in vergelijking met de geringe afmetingen van Nederland, en hun invloed op den plantengroei kan zeker niet worden verwaarloosd.

Behalve van het breedteverschil in Noord-Zuidelijke richting zijn zij voornamelijk een gevolg van de ligging aan zee, waardoor ons land een randgebied vormt, waarin het zeeklimaat in het vastelandsklimaat begint over te gaan.

In den zomer hebben de isothermen een ZW-NO.lijke richting, in Juli is Maastricht gemiddeld ongeveer 2° warmer dan Den Helder, in den winter loopen de isothermen ongeveer van Noord naar Zuid en neemt de gemiddelde temperatuur van de Noordzeekust tot het Oosten van Groningen en Drenthe ongeveer 2° af. Wat gemiddeld 2° beteekent, en deze opmerking is ook van toepassing op de vroeger vermelde verschillen in verticalen zin, moge door de volgende cijfers worden toegelicht, die aangeven hoeveel vanaf het begin van 1927 de gemiddelde maandtemperaturen in ons land van de normale zijn afgeweken.

	Jan.	Febr.	Mrt.	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1927	1.7	0.5	1.8	-0.3	-1.0	1.9	0.1	0.5	0.1	1.0	-1.1	-4.4
1928	1.3	2.2	0.5	0.4	-1.5	-1.0	0.8					

De warme Februari-maand van 1928 was $2^{\circ}2$ boven, de koude Mei- en Juni-maanden waren $1^{\circ}5$ en $1^{\circ}0$ beneden

normaal, de zeer koude December-maand van 1927 was 4°4 beneden normaal. Een afwijking van 2° in de gemiddelde maand-temperatuur beteekent opvallend te warm of te koud.

Veel sprekender verschillen verkrijgt men, indien men niet de gemiddelden, maar de afwijkingen boven of beneden bepaalde grenzen beschouwt. Als maat voor het aantal nachtvorsten kiezen wij het aantal dagen, waarop de minimum-temperatuur 0° of lager was. In de 25 jaren 1901—1925 is het totaal aantal gevallen van April t.m. October het grootst in het Oostelijk deel van de Betuwe, op de Veluwe, in den Achterhoek, het Oosten van Overijssel en het Zuiden van Drenthe, n.l. ongeveer 300, terwijl het aan de Westkust minder dan 50 bedraagt.

De totalen zijn voor:

Slijk Ewijk	316	De Bilt	229	Hoorn	123
Avereerst	298	Breda	179	Goes	88
Winterswijk	268	Oudenbosch	174	Helder	45
Gemert	248	Sittard	169	Vlissingen	29
Akkrum	238	Katwijk a.d.Rijn	146		

Het totaal aantal dagen is in de afzonderlijke maanden voor Winterswijk en Den Helder als volgt:

	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Totaal
Winterswijk	151	27	1	—	—	6	83	268
Den Helder	32	2	—	—	—	—	11	45

Volgens Dr. Hartman¹⁾ is de gemiddelde datum van de eerste en laatste vorst:

	Vlissingen	Den Helder	Maastricht	Groningen	De Bilt	Winterswijk
Eerste vorst	26 Nov.	17 Nov.	6 Nov.	30 Oct.	25 Oct.	20 Oct.
Laatste vorst	13 Maart	30 Maart	3 April	21 April	27 April	4 Mei
Verskil in dagen	108	134	149	174	185	197

Voor het tijdvak 1917—1926 zijn verder de strengere vorst-periodes uitgezocht, waarbij als maatstaf werd gekozen, dat de som der daggemiddelden der 3 termijnuren 8 v.m., 2 en 7 n.m. van een opeenvolgende reeks van dagen — 10° of daarbeneden moet zijn, een grens, die ongeveer aangeeft het moment, waarop het ijs sterk genoeg is voor schaatsenrijden. De totale negatieve temperatuursommen van alle dagen, die tot dergelijke vriesperiodes behooren, zijn de volgende:

Avereest	789	Winterswijk	596	Katwijk	478
Groningen	751	De Bilt	592	Amsterdam	461
Akkrum	746	Sittard	537	Den Helder	423
Warnsveld	746	Hoorn	527	Vlissingen	346
Gemert	606	Oudenbosch	503		

Zeer belangrijke verschillen vindt men ook bij den wind. De gemiddelde windsterkte, gereduceerd tot een hoogte van 6 meters boven het vlakke veld zonder hindernissen, is als volgt voor de 5 hoofdstations.

1) Dr. Ch. M. A. Hartman. Eerste en laatste datum van vorst. Hemel en Dampkring, Jaargang 23, Aft. 3.

Windsnelheid in meters per seconde:

Den Helder	Groningen	De Bilt	Vlissingen	Maastricht
6.4	4.6	4.1	5.9	2.8

Neemt men in aanmerking, dat de winddruk evenredig is met het kwadraat van de snelheid, dan vindt men, dat de wind gemiddeld te Den Helder met bijna $2\frac{1}{2}$ maal zoo groote kracht waait als te De Bilt.

De volgende getallen geven voor Westen- en Oostenwinden afzonderlijk de afname van de windsnelheid in procenten van de windsnelheid aan de kust.

Afstand van de kust	10 km	20 km	40 km	60 km
Afname bij W.-wind	20 %	27 %	33 %	37 %
Afname bij O.-wind	10 %	16 %	22 %	25 %

Op grooteren afstand van de kust dan 60 km is de afname gering en wordt de windsnelheid waarschijnlijk door andere factoren, zooals begroeiing en terreinsgesteldheid, voornamelijk beheerscht.

Voor verschillende streken van ons land laten zich bij benadering de volgende cijfers afleiden voor de gemiddelde windsnelheid.

Duinen	Drenthe	Veluwe	Achterhoek	W.-Brabant	O.-Brabant
5.7	4.2	4.0	3.8	4.1	3.8

Wanneer men de frequentie der sterke winden opmaakt, treden de verschillen nog veel duidelijker aan den dag. Hieronder is het aantal uurwaarnemingen opgenomen, die, op een totaal van 10000 waarnemingen, windsnelheden hebben opgeleverd, overeenkomende met stormachtigen wind (7 en 8 van de Beaufort-schaal) en storm (9 en 10 Beaufort).

	Den Helder	Groningen	De Bilt	Vlissingen	Maastricht
Stormachtig	676	71	16	349	1.1
Storm	50	2.4	0.5	21	—

waaruit bij benadering de volgende cijfers kunnen worden afgeleid:

	Duinen	Drenthe	Veluwe	Achterhoek	W.-Brabant	O.-Brabant
Stormachtig	300	35	15	12	16	12
Storm	20	1.0	0.5	0.3	0.5	0.2

De verschillen in andere meteorologische factoren, zooals aantal zonneshijningen en betrekkelijke vochtigheid zijn, vergeleken met die van de temperatuur en den wind, van ondergeschikte beteekenis. De regenval vertoont in sommige maanden niet onbelangrijke plaatselijke verschillen, die zich echter beter laten beoordeelen door middel van de bestaande regenkaartjes¹⁾, dan laten beschrijven.

Dat de windsnelheid niet veel meer afneemt, wanneer men voorbij De Bilt naar het Oosten gaat, wordt waarschijnlijk

¹⁾ Dr. Ch. M. A. Hartman. Het klimaat van Nederland A. Neerslag. Mededeelingen en Verhandelingen, No. 102, 15 van het Kon. Ned. Meteor. Instituut.

gemaakt door de windsnelheden, die in de Noord-Duitsche vlakte zijn waargenomen. Maagdenburg heeft gemiddeld 3.7, Berlijn 3.9, Nauen (bij Berlijn) 4.1 meters per secunde. Het heuvel- en bergachtige binnenland heeft kleinere windsnelheden, zooals reeds uit de snelheid te Maastricht blijkt. Voor Aken kan 3.3 worden aangenomen voor de gemiddelde windsnelheid in m.p.s., voor Brussel 3.5, Dresden 3.6, München 1.8 en Neurenberg 2.0.

De geleidelijke verandering van het aantal zonneschijnuren moge uit de volgende cijfers blijken :

Nederland	Duitschland:	ZW.	NW.	ZO.	NO.
3.9 tot 4.0		4.2—4.3	4.2—4.4	4.5	4.6—4.7